L’école et les nombres complexes

septembre 2022

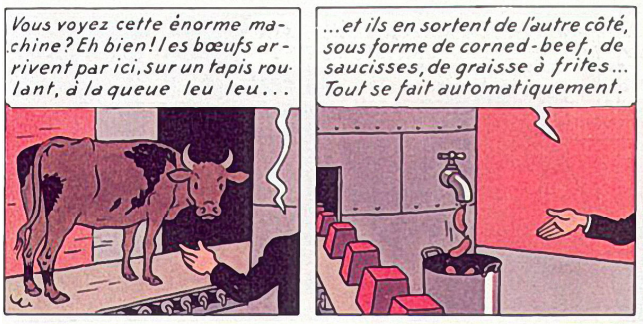
Une capsule vidéo a récemment piqué ma curiosité et a déclenché une réflexion sur les méthodes d’apprentissages et les objectifs du savoir.
Cette vidéo, issue d’une mini-série intitulée « voyages au pays des maths », porte sur les nombres complexes.

Voilà un sujet aussi complexe que les nombres qui les caractérisent et qui évoque pour moi quelques souvenirs de mes cours de mathématique. De mémoire, la présentation des nombres complexes s’était limitée à cette explication : « les nombres complexes servent à extraire une racine carrée d’un chiffre négatif ». Fermez le ban.
La suite ne fut que drille pour effectuer un tas de calculs dans le plan complexe, sans vraiment comprendre l’utilité et l’articulation de cet instrument mathématique.
Je crois me souvenir que l’espace de quelques secondes, le professeur avait signalé à titre anecdotique que cela pouvait être utilisé dans les calculs du domaine de vol d’une aile d’avion.

Et voilà que cette capsule vidéo illustre de façon simple ce que sont les nombres complexes. En 10 minutes, elle éclaire sur le sens, met en perspective et permet une visualisation du concept.
Si « une image vaut mille mots », que dire d’une image animée utilisée à bon escient !

L’école, 100 ans de taylorisme.

La division du travail a été appliquée en 1908 par Henry Ford en créant une chaîne assemblage pour fabriquer la Ford T, car selon son concepteur, « rien n’est difficile si on le subdivise en petites tâches ».
Cette méthode, extrêmement efficace, était inspirée des abattoirs de Chicago où les animaux étaient dépecés par étapes, en circulant sur un tapis roulant. Ainsi il a été possible de baisser drastiquement les coûts de production et offrir l’accès à l’automobile au plus grand nombre.



La condition pour que cela fonctionne est de produire des articles extrêmement standardisés. Cette standardisation est illustrée par cette citation légendaire d’Henry Ford : « Un client peut choisir sa Ford T de n'importe quelle couleur, pourvu qu'elle soit noire ».

L’école segmente les matières et découpe les sujets. La segmentation consiste par exemple à isoler les mathématiques et la physique pour ensuite découper chaque matière en petites portions dispensées de façon séquentielle. Chacune de ces portions de savoir donne lieu à une évaluation sans liens entre elles.

Dès lors, le rapprochement entre la division du travail et la division des savoirs laisse clairement apparaitre la similarité de méthodes inspirées du taylorisme. L’école est donc organisée comme une usine.

Par exemple, l’école demande d’apprendre des pages de vocabulaire hors contexte que l’élève bachotera pour réussir son évaluation. La mission aura été remplie de part et d’autre puisque l’enseignement aura été prodigué et l’évaluation aura été conduite. Toutefois sans se préoccuper du sens, de l’utilité et de la rémanence de ces savoirs. Ainsi, après 10 ans d’apprentissage en classe d’une langue étrangère, les étudiants capables de s’exprimer couramment dans la langue étudiée sont l’exception.

Si une chaîne d'assemblage est efficiente pour produire un bien de consommation standardisé, elle n'est probablement pas adaptée pour transmettre des savoirs. Ceci pour une raison assez simple, la population n'est pas homogène et l'acquisition de savoir n'est pas standardisable.

Objectif savoir.

Je suis convaincu que les savoirs ne se constituent pas en emmagasinant par répétition de la matière vide de sens et je suis conscient d'enfoncer des portes ouvertes en l'affirmant.

Les compétences se construisent par des mises en relation de savoirs disparates. Les liens ainsi établis entre diverses matières mettent en perspectives l'articulation de concepts parfois abstraits et permettent de constituer des savoirs concrets et acquis.

Par exemple, la dérivée partielle est enseignée par le mathématicien comme étant un outil qu'il associe à ensemble de mécanismes, le plus souvent sans aucune mise en perspective. De son côté, le physicien va asséner des vérités telles que « la vitesse est la dérivée de la position par rapport au temps ». Cet exemple vécu met l'étudiant dans un abîme de perplexité, car établir le lien entre l'instrument mathématique et son usage en physique ne va pas de soi.

Pour revenir à notre capsule vidéo sur les nombres complexes, la présentation du concept fournit une visualisation du fonctionnement de l'instrument ainsi qu'une courte mise en perspective des questions qui ont mené à l'élaboration de cette nouvelle catégorie de nombres. Ainsi présentés, les nombres complexes prennent vie, ce qui nous aide à la compréhension. Pour que la démonstration soit complète, il aurait été intéressant de lier les nombres complexes avec des exemples illustrés d'utilisation concrète.

Mais pourquoi faire ce lien ? Parce que la mise en perspective permet de concrétiser l'usage d'un instrument qui dépasse ainsi le seul intérêt du mathématicien.
Pensez à l'enseignement des fractions, de leur utilité et du lien avec la règle de proportionnalité. Pourtant cet instrument que nous utilisons tous les jours serait mal maîtrisé par la majorité.

Pourquoi est-ce important ?

J'ai souvent le sentiment que les savoirs sont des outils de discrimination sociétaux. Plus les savoirs sont présumés de haut niveau plus on utilise des jargons professionnels qui permettent de se démarquer du vulgum pecus, même s'ils n'apportent pas de valeur ajoutée.

Le devoir du savoir, donc de l'école, est d'outiller les bénéficiaires à résoudre des problèmes de plus en plus complexes et ainsi apporter de la valeur à la société. Il ne suffit plus d'avoir abordé un concept, il faut désormais que ce dernier soit acquis et applicable.

En ce sens, le rôle de l'école et de ses méthodes mérite d'être interrogé.
D'autant que nous bénéficions aujourd'hui d'outils puissants et flexibles qui offrent d'infinies possibilités qu'il s'agirait d'intégrer dans les outils de la pédagogie. Le numérique étant bien entendu au cœur de cette révolution possible.

Interroger signifie non pas de se poser la question de la quantité de matière à intégrer dans les programmes, mais du résultat et des objectifs à atteindre. Puis, se demander quels instruments permettent d'atteindre nos objectifs en tenant compte du rythme de chacun. Ce qui revient à développer la capacité d'un enseignement plus individualisé.

Établir la méthode parfaite, du premier coup, parachutée par une assemblée de spécialistes qui la consignerait dans un manuel définitif me semble voué à l'échec.
En revanche, expérimenter, comparer et partager les différentes pratiques et les évaluer à l'aune d'objectifs clairs a toutes les chances de produire des résultats intéressants.

Réinterroger, essayer, se tromper, mesurer et corriger demande un courage certain. Partager une vision, fixer des objectifs et convaincre est risqué, voire révolutionnaire. Pourtant le seul risque est de s'améliorer. Malheureusement, nous savons tous que ne rien tenter est plus confortable.
Mais il n'est pas interdit de rêver.

Pascal Rulfi, ingénieur consultant à Genève.
© 2022